

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

#2/Quantity
JC815 U.S. PTO
09/739975



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年12月27日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第369363号

出願人

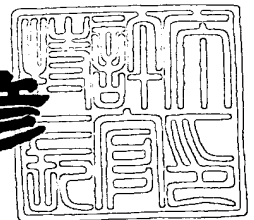
Applicant(s):

株式会社東芝

2000年 6月29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特2000-3053793

【書類名】 特許願

【整理番号】 12265301

【提出日】 平成11年12月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/133

【発明の名称】 液晶表示素子

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 株式会社東芝 研究
開発センター内

【氏名】 福 島 理恵子

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 株式会社東芝 研究
開発センター内

【氏名】 高 頭 孝 毅

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100064285

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 一 雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100088889

【弁理士】

【氏名又は名称】 橘 谷 英 俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100082991

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 泰 和

【選任した代理人】

【識別番号】 100096921

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉 元 弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004444

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶表示素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透明な第 1 の基板と、この第 1 の基板上に形成された第 1 の電極と、この第 1 電極を覆うように前記第 1 の基板上に形成された第 1 の配向膜とを有する第 1 の電極基板と、

透明な第 2 の基板と、この第 2 の基板上に形成された第 2 の電極と、この第 2 の電極を覆うように前記第 2 の基板上に形成された第 2 の配向膜とを有する第 2 の電極基板と、

前記第 1 および第 2 の電極基板に挟持された、無しきい値型の電圧－透過率特性を有する反強誘電性液晶材料から構成される調光層と、

を備え、

前記第 1 および第 2 の配向膜と、前記液晶材料とは、バトネの伸長方向と消光方向のずれが±1度以内となるような組み合わせであることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項 2】

前記第 1 の電極基板から析出するバトネと前記第 2 の電極基板から析出するバトネの消光方向がほぼ一致するように構成したことを特徴とする請求項 1 記載の液晶表示素子。

【請求項 3】

前記第 1 および第 2 の配向膜は表面自由エネルギーが 49 dy n / cm 以上 53 dy n / cm 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 2 のいずれかに記載の液晶表示素子。

【請求項 4】

前記第 1 の電極基板は、前記第 1 の基板上にマトリクス状に配設された複数の走査線および複数の信号線と、前記走査線と前記信号線との交差部に形成され一端が対応する信号線に接続されて対応する走査線の信号に基づいて開閉動作するスイッチング素子と、前記スイッチング素子の他端に接続された画素電極と、こ

の画素電極を覆うように前記第 1 の基板上に形成された前記第 1 の配向膜と、を有するアレイ基板であり、

前記第 2 の電極基板は、前記第 2 の基板上に形成された対向電極と、この対向電極を覆うように前記第 2 の基板上に形成された前記第 2 の配向膜と、を有する対向基板であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

強誘電性電液晶、反強誘電性液晶といった自発分極を有するスメクチック系液晶材料は、表面安定化表示モードにおいて高速応答性、広視野角といった特性を有することから、次世代の液晶表示素子の材料として期待されている。特に近年では、アクティブマトリクス駆動方式と組み合わせての動画表示も多く試みられており、この用途に適したヒステリシスを持たない材料として無しき値型反強誘電性液晶 (Thresholdless Anti-ferroelectric Liquid Crystal (以下 T L A F 液晶ともいう)) や高分子安定化強誘電性液晶 (Polymer Stabilized Ferroelectric Liquid Crystal (以下、P S - F L C 液晶ともいう)) が注目されている。

【0003】

ところが、これら自発分極を有する液晶材料を用いた液晶表示素子の特徴として、配向制御の難しさがあげられる。T L A F 液晶は高温側から順に I s o 相 → S A 相 → S C^{*} 相 (T L A F 相) という相系列をもつ。I s o 相から S A 相への相転移時に層構造が形成され、S A 相から S C^{*} 相への転移の相転移時にスメクチック層間隔の変化が原因で層が折れ曲がったシェブロン構造が発生する (図 8 (a), (b) 参照)。シェブロンにはその折れ曲がり方向とプレチルト角の関係から C 1 配向と、C 2 配向の 2 種がある (図 8 (b) 参照)。T L A F 液晶を

用いた液晶表示素子の場合は表示特性上C2配向が好ましく、リブ構造やラビング方法を選択し（例えば、本出願人による特願平10-184903号参照）、Iso相からSC*相まで徐冷する際に交流電場を印加することにより、選択的に一様なC2配向にすることができる。しかしながら、同じC2配向でも配向膜の種類によって配向性に差があることが明らかになった。

【0004】

理想的なTLAF液晶では、0Vの電圧印加時の平均的な光軸（以後、消光方向と称する）はスメクチック層の法線方向に一致する。表示素子として用いる場合は偏光軸を直交させた2枚の偏光板（クロスニコル配置）を液晶パネルの前方と後方に配置し、偏光軸の一方にスメクチック層法線方向を一致させる。この場合、0Vの電圧印加時に黒を表示し、正負の電圧を印加した場合に中間調～白を表示する図9に示すような電圧-透過率特性が得られる。

【0005】

ところが、用いた配向膜の種類によっては、スメクチック層方向に平行なストライプ形状の消光方向がずれたドメインが発生し、時間の経過とともに成長したり、消光方向のずれが大きくなったりする現象が発生する。また、液晶材料の種類によっては、飽和電圧程度の高電圧を印加した場合に同様な現象が促進されることが認められた。図10(a)、(b)、(c)に配向劣化の観察例を模式図で示す。図10(a)は基板面から見た図だが、液晶を挟持している両基板に設けられた配向膜を所定の角度をもってラビングし、基板間にTLAF液晶材料を導入することで、図示したようなスメクチック層構造が形成される。ラビング角度は用いた液晶材料、配向膜材料によって一義的に決まる。このようにして形成された液晶表示素子の初期配向状態、および一部消光位がずれたドメインが発生した配向を、クロスニコル配置の顕微鏡で観察した場合を各々図10(b)、および図10(c)に示す。

【0006】

分かり易くするために、偏光子または検光子の偏光方向は図10(d)に示すようにスメクチック層法線方向から x° ($< 22.5^\circ$) ずらしてある。

【0007】

配向劣化の起きていない配向では、図10(b)に示すように消光方向が一方向であるために、一様に光が透過して見える。ところが、 $\pm x^\circ$ 消光方向がずれたドメインが発生した劣化後の配向では、図10(c)に示すように一様な配向の中で、消光方向が偏光方向に一致したドメインが黒く、逆方向に消光方向がずれたドメインが明るく観察される。このような消光方向のずれがある場合は一様な黒表示を得ることができないため、表示素子としては消光方向の層法線方向からのずれを完全に抑制する必要がある。

【0008】

抑制策として、特開平10-319377号公報では、TLAF液晶材料に高分子前駆体を導入し、基板間に注入した後にSA相で光重合させ、0V電圧印加時の構造を安定化する方法が提案されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら我々の検討では、特開平10-319377号公報のように高分子前駆体を導入する方法では、この液晶材料以外の異分子によってTLAF液晶の配向そのものが乱され、重合方法に関わらず黒表示時の光り漏れが増加し、コントラストが低下することが確認された。

【0010】

本発明は、上記事情を考慮してなされたものであって、経時変化や電圧履歴の影響を可及的に受けない、表示性能が良好な液晶表示素子を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明による液晶表示素子は、透明な第1の基板と、この第1の基板上に形成された第1の電極と、この第1電極を覆うように前記第1の基板上に形成された第1の配向膜とを有する第1の電極基板と、透明な第2の基板と、この第2の基板上に形成された第2の電極と、この第2の電極を覆うように前記第2の基板上に形成された第2の配向膜とを有する第2の電極基板と、前記第1および第2の電極基板に挟持された、無しきい値型の電圧-透過率特性を有する反強誘電性液

晶材料から構成される調光層と、を備え、前記第 1 および第 2 の配向膜と、前記液晶材料とは、バトネの伸長方向と消光方向のずれが±1度以内となるような組み合わせであることを特徴とする。

【0012】

なお、前記第 1 の電極基板から析出するバトネと前記第 2 の電極基板から析出するバトネの消光方向がほぼ一致するように構成することが好ましい。

【0013】

なお、前記第 1 および第 2 の配向膜は表面自由エネルギーが 49 dyn/cm 以上 53 dyn/cm 以下であることが好ましい。

【0014】

なお、前記第 1 の電極基板は、前記第 1 の基板上にマトリクス状に配設された複数の走査線および複数の信号線と、前記走査線と前記信号線との交差部に形成され一端が対応する信号線に接続されて対応する走査線の信号に基づいて開閉動作するスイッチング素子と、前記スイッチング素子の他端に接続された画素電極と、この画素電極を覆うように前記第 1 の基板上に形成された前記第 1 の配向膜と、を有するアレイ基板であり、前記第 2 の電極基板は、前記透明な基板上に形成された対向電極と、この対向電極を覆うように前記第 2 の基板上に形成された前記第 2 の配向膜と、を有する対向基板であるように構成しても良い。

【0015】

【発明の実施の形態】

まず本発明の実施の形態を説明するに先立って本発明に至った経緯を説明する。

【0016】

従来の技術でも述べたように、無しきい値型反強誘電性液晶（以下、TLAF液晶ともいう）を用いた液晶表示素子においては、表示特性上 C2 配向が好ましい。しかしながら、同じ C2 配向でも配向膜の種類によって配向性に差があることが明らかになっている。

【0017】

そこで、本発明者達は、配向膜材料と TLAF 液晶材料との間に最適な組合せ

があると考え、複数の T L A F 液晶材料と配向膜材料に関して、

- ① 表面自由エネルギー（接触角法により測定）
- ② スメクチック層形成プロセス（特にバトネの析出過程）の観察
- ③ 初期配向性
- ④ 劣化率

の点について検討した。

【 0 0 1 8 】

①の表面自由エネルギー（ γ_s ）は、パネル作成時と同じ膜厚、ラビング条件により配向膜を成膜し、表示素子のセルを構成する上下基板の封着プロセスと同様の熱工程を経たものについて、純水とヨウ化メチレンを用いて測定した接触角から算出した。算出は O w e n s の方法（D. K. Owens et al., J. Appl. Polym. Sci., 13, 1741(1969)参照）に従い、 γ_s は極性力成分（ γ_{sp} ）と分散力成分（ γ_{sd} ）の和として得られる。

【 0 0 1 9 】

②のバトネとは、I s o - S A 転移温度近傍で I s o 相内に析出する S A 相の呼称であり、I s o 相からの冷却過程で配向規制力を受けた配向膜界面から析出することが知られている。等方性である I s o 相のなかに異方性を持った S A 相が析出するため、クロスニコル配置の偏光顕微鏡で、偏光子、または検光子偏光板の軸と S A 相の一軸光学異方性（＝消光方向）の軸をずらして配置すると、偏光子を透過した直線偏光のうち、S A 相部分（バトネ 2）を通過した光のみ検光子を透過できる偏光成分が生じることから容易に観察できる（図 6 参照）。形状は一般に棒状であり、本明細書中では長手方向を伸長方向と定義する。また一軸光学異方性の軸を偏光子の偏光軸の一方に一致させた場合、すなわち直線偏光の偏光方向と S A 相の光学軸を一致させた場合には、検光子を透過できる偏光成分は生じない。このために、顕微鏡観察ではバトネが見えなくなる。検光子の偏光軸に一致させた場合も同様である。バトネの一軸光学異方軸は、クロスニコル配置の顕微鏡でバトネが見えなくなる方向として決められる。本明細書中では、伸長方向、消光方向は、いずれもラビング方向からのずれ角で規定し、配向膜面に向かってラビング方向から時計回りにずれる場合をプラス、逆方向にずれる場合

をマイナスと定義する。

【0020】

伸長方向と消光方向を求めるためのバトネの析出過程の観察は、片面のみ配向規制力をもつセル、すなわち片面の配向膜のみラビングしたセルを用いた。これは、両配向膜をラビングした場合は両配向膜面から析出したバトネが混在し、ずれ角の正負が判別できないためである。ギャップは $2\mu\text{m}$ とした。

【0021】

③の初期配向性と④の劣化率については、②で求めたラビング方向と消光方向のずれ θ_{BD} を相殺する方向にずらした略平行なラビング（クロスラビング）を行ったパネルで観察した（図7参照）。これは、我々の観察から、最終的に得られる層構造（SC*相での層構造）の層法線方向が、Iso-S A 転移温度近傍で析出するバトネの消光方向と一致することを確認したためである。このクロスラビングによって、両配向膜面から誘起された層法線方向を一致させることができる。一方、ラビング方向を反平行方向にすると、図8（b）に示す折れ曲がり方向が異なる2種類のシェブロン構造（C1, C2）が50%ずつ発生し、C2のみにすることができない。このドメインの境界部分50が配向欠陥となり光漏れの原因となることが、これまでの検討から分かっている。

【0022】

6種類のポリイミドからなる配向膜材料A～Fについて、これらの配向膜材料を製造したメーカーが測定したネマチック液晶でのプレチルト角、本発明者が測定した表面自由エネルギー、および自発分極 P_s 値が異なる3種類のTLAF液晶材料a, b, cとの組み合わせについて本発明者が観測したバトネと初期配向性に関してまとめた結果を図3に示す。液晶材料cについては劣化率も記載した。

【0023】

配向膜材料AとB、配向膜材料C～Fはそれぞれ、主鎖構造が同一である。すなわち、配向膜材料Aの主鎖に側鎖を導入したものが配向膜材料Bであり、配向膜材料Cの主鎖に側鎖を導入したものが配向膜材料D～Fである。また、側鎖の割合が増す順にD, E, Fという関係にある。配向膜材料においては、疎水性側鎖を導入することによって表面自由エネルギーを減少、すなわちプレチルト角を

増加させることは一般的である。同一主鎖構造を有する材料系においては、測定した表面自由エネルギーは、これを支持する結果となった。

【0024】

さらに、配向膜材料 A～F の検討から表面自由エネルギーについて最適値がある可能性が示唆されたので、より詳細に検討する目的で配向膜材料 A と B、配向膜材料 D と F を 1 : 2、または 2 : 1 の割合で混合した配向膜材料についても、TLAF 液晶材料 c を用いてさらに検討した。

【0025】

図 3 に示す観測結果から分かるように、バトネの伸長方向 θ_B と消光方向 θ_{BD} が一致しない現象が生じている。これについて、次のように観察した。バトネの伸長方向（ラビング方向からのずれ角 θ_B ）はバトネが析出する配向膜表面近傍でのスメクチック層法線方向を示している。バトネの消光方向（ラビング方向からのずれ角 θ_{BD} ）はセル内部（バルク）での分子の平均的な光軸を示している。より低温度領域の SC^* 相でのスメクチック層法線方向はバトネの消光方向に一致し、SA 相の層構造は SC^* 相でも維持されることから、SA 相での層法線方向は消光方向に平行であったことが分かる。よって、 $\theta_B \neq \theta_{BD}$ であるということは、セル断面方向にスメクチック層のねじれが生じていることを意味し、スメクチック層の乱れは配向の不安定化の原因になる。

【0026】

表面自由エネルギーの高い配向膜 C や、自発分極 P_s の大きな TLAF 液晶材料 a、b で、特にバトネの伸長方向と消光方向のずれが顕著であった。これはこれらの液晶分子と配向膜では電氣的相互作用がより大きいために、分子配列が配向膜面近傍でツイストし易く、層のねじれの原因になるからであると説明できる。

【0027】

前述したように、液晶表示素子では両基板をラビングする際に、両基板の配向膜面から誘起されるスメクチック層の層法線方向を一致させる必要がある。 θ_B ではなく θ_{BD} を相殺するためには、 $2\theta_{BD}$ ずらしたクロスラビングが必須である（図 7（a）参照）。

【0028】

さらに配向膜材料B, E, Fでは、バトネの消光方向と伸長方向が一致していたにも関わらず良好な初期配向が得られなかったが、これらの配向膜材料は表面自由エネルギーが低いことが判った。表面自由エネルギーが低い配向膜材料では、一般にはプレチルト角が高くなることが知られている。このような表面自由エネルギーが低い配向膜材料で形成した配向膜では、SA相でのスメクチック層形成の際に分子長軸にほぼ平行になるスメクチック層の法線方向が配向膜面に平行でないことが予想される。このような層構造の乱れは、配向の不安定化の原因になる。実際に配向膜材料Fを用いて作成した液晶表示素子では、層が規制されない場合に発生する扇状組織が観察された。

【0029】

以上の結果から、表面自由エネルギーが低い場合にはプレチルト角が高いためスメクチック層の層法線方向を基板と平行方向に制御できず、高い場合には液晶分子との電氣的相互作用が強いためにスメクチック層のツイストを誘起することが分かった。いずれもTLAF液晶の配向の不安定化の原因となることから表面自由エネルギーには最適値が存在すると考えられる。

【0030】

例えば図4のグラフ g_1 に示すように、配向膜の表面自由エネルギーが低くければ低いほど、高プレチルトによる不安定化が増大し、図4のグラフ g_2 に示すように配向膜の表面自由エネルギーが高ければ高いほど、配向膜表面近傍のスメクチック層のツイストによる不安定化が増大する。このためこれらの不安定化を可及的に抑制するのに最適な表面自由エネルギーが存在すると考えられる。

【0031】

そこで、配向膜材料A～F各々を用いて形成した配向膜と、液晶材料a～cの組み合わせについて、表面自由エネルギーと、初期配向性に関してまとめた結果を図3に示す。なお初期配向性の評価は、消光位のずれたドメインの発生した割合で行った。また、液晶材料cについては、劣化率も測定した。ここで劣化率とは配向が劣化した後の光漏れ量を初期配向での光漏れ量で除算した値である。劣化率は配向の安定性を示す値であるが初期配向が悪い場合に分母（初期配向での

光漏れ量)が大きくなるために、見かけ上低い値になることがあることから、配向性と合わせて記載した。

【0032】

図5は、横軸に表面自由エネルギーの順に配向膜材料を並べ、縦軸に初期配向での光漏れ量、劣化した後の光漏れ量、劣化率を取ったときのグラフである。なお、光漏れ量の単位は任意の単位 (arb.) である。

【0033】

この図5に示す結果から、好ましい液晶表示素子として初期配向性を維持しながら劣化率が2以下の液晶表示素子を選択すると、配向膜材料B, C, E, F以外の配向膜材料で形成した配向膜を有する液晶表示素子が残る。すなわち、表面自由エネルギーが 49 dyn/cm 以上、 53 dyn/cm 以下である配向膜と、TLFA液晶材料との組み合わせが良い配向を与えることが分かる。

【0034】

なお、劣化率が2以下の液晶表示素子を好ましいとした理由は、以下の通りである。

【0035】

TN (Twisted Nematic)液晶を用いた液晶表示素子のコントラスト (=白表示時の透過光量/黒表示時の透過光量) は、測定方法にもよるが、一般に200~300程度、平均で250程度である。TLFA液晶を含む複屈折モードを有する液晶を用いた液晶表示素子においては、透過光量Iはチルト角を θ とすると、 $\sin^2 2\theta$ に比例する。そしてTLFA液晶のチルト角 θ は、約30度である。このためTLFA液晶においては、透過光量は理想値 ($\theta = 45$ 度のとき) の約75%になってしまう。すなわち黒表示時の透過光量を一定とすると、TLFA液晶のコントラストは、TN液晶のコントラストの約75% (=約180) となる。コントラストが100以下であるのは、透過型表示素子として不十分であり、黒表示時の透過光量が2倍を超えること、すなわち劣化率が2を超えることは、許されないと本発明者は、考えたからである。

【0036】

また、バトネの伸長方向 θ_B と消光方向 θ_{BD} のずれについては、スメクチック

層のツイストによる不安定化を抑制する意味で上記のずれは無いことが好ましい。上述したように、配向膜材料Dは、表面自由エネルギーが 53.1 dy n / cm であり、本発明で良いとした表面自由エネルギーの範囲（ 49 dy n / cm 以上、 53 dy n / cm 以下）からわずかに外れている。この配向膜材料の場合、液晶材料aとの組み合わせにおいては、バトネの伸長方向 θ_B と消光方向 θ_{BD} は等しく、初期配向は○印即ち、消光位のずれが一部ずれているだけであった。一方液晶材料bとの組み合わせにおいては、バトネの伸長方向 θ_B （ $=5$ 度）と消光方向 θ_{BD} （ $=7$ 度）のずれ $|\theta_B - \theta_{BD}|$ は2度であり、初期配向の評価は△印即ち、ずれが顕著である。また、液晶材料cと組み合わせにおいては、バトネの伸長方向 θ_B （ $=-3$ 度）と消光方向 θ_{BD} （ $=-4$ 度）のずれ $|\theta_B - \theta_{BD}|$ は1度であり、初期配向の評価は○印即ち、ずれは一部ずれているだけであった。したがって、バトネの伸長方向 θ_B と消光方向 θ_{BD} のずれは、等しいことが好ましいが、ずれたとしても1度以下の場合は、消光位のずれを一部にとどめた初期配向を与えることになる。

【0037】

以上の結果から、次の配向膜材料か、もしくは配向膜材料とTLAF材料の組み合わせが良配向を与えることが分かった。

【0038】

- i) バトネの伸長方向と消光方向のずれが ± 1 度以内
- ii) 表面自由エネルギーが 49 dy n / cm 以上 53 dy n / cm 以下である配向膜

この条件を満たした液晶材料と配向膜を用い、上基板から析出するバトネと下基板から析出するバトネの消光方向を一致させるように基板を組んでパネルを作成することによって、配向性に優れた無しき値型反強誘電性液晶表示素子を実現できる。これにより、良好な表示性能を得ることができる。また、液晶材料に液晶材料以外の不純物を混入しないために、不純物によって配向性が乱されることもない。

【0039】

次に本発明による液晶表示素子の一実施の形態を図1および図2を参照して説

明する。

【0040】

この実施の形態の液晶表示素子は、反強誘電性液晶材料を調光層として用いたアクティブマトリクス駆動型液晶表示素子であって、図1に示すようにバトネ2の伸長方向 θ_B と消光方向とのずれが ± 1 度以内となるように構成したものである。なお、図1は偏光子をクロスニコル配置にした偏光顕微鏡で観察したバトネの伸長方向と消光方向を示す模式図である。

【0041】

本実施の形態のアクティブマトリクス駆動型液晶表示素子の構成を図2(a)、(b)を参照して説明する。

【0042】

図2(a)は本実施の形態のアクティブマトリクス駆動型液晶表示素子の平面図であり、図2(b)は図2(a)に示す切断線A-A'で切断したときの断面図である。

【0043】

この実施の形態の液晶表示素子は図2(a)、(b)に示すように、アレイ基板10と、対向基板30と、これらの基板間にスペーサボール45によって所定の間隙に挟持された、無しきい値型の電圧-透過率特性を有する反強誘電性液晶材料からなる調光層40を備えている。

【0044】

アレイ基板10は、透明な絶縁性基板11を有し、この基板11の主面上に一方向に延びる複数の走査線12および補助容量線13が形成され、この走査線12および補助容量線13を覆うように基板11の主面上に透明な絶縁層14が形成された構成となっている(図2(b)参照)。そしてこの絶縁層14上に、ITOからなる複数の画素電極15が形成されるとともに、上記走査線12と、ほぼ直交するように、複数の信号線16が形成されている(図2(a)、(b)参照)。この信号線16は絶縁膜17によって覆われている(図2(b)参照)。そして走査線12と信号線16の交差点付近の基板11の主面上に、TFTからなるスイッチング素子18が形成されている。このスイッチング素子18はゲー

トが対応する走査線 1 2 に接続され、ソースまたはドレインのうちの一方の端子が絶縁膜 1 7 内に設けられたコンタクト（図示せず）を介して対応する信号線 1 6 に接続され、他方の端子が絶縁膜 1 7 内に設けられたコンタクト（図示せず）を介して画素電極 1 5 に接続された構成となっている。

【0045】

そして、画素電極 1 5 およびスイッチング素子 1 5 を覆うように基板 1 1 の主面上に配向膜 1 9 が形成されている。また基板 1 1 の裏面には偏光板 2 8 が形成されている。

【0046】

一方、対向基板 3 0 は、透明な絶縁性基板 3 1 の主面上の画素領域に形成された特定の波長の光を透過する色部 3 2 a と、非画素領域に形成されたブラックマトリクス 3 2 b とからなるカラーフィルタ部 3 2 が設けられている。このカラーフィルタ部 3 2 の表示領域上には、ITO からなる対向電極 3 4 が形成され、この対向電極 3 4 上には無機絶縁膜 3 5 を介して配向膜 3 6 が形成された構成となっている。なお、無機絶縁膜 3 5 は、絶縁性を維持するために設けることが好ましい。また、基板 3 1 の裏面には偏光板 3 8 が形成されている。

【0047】

なお、アレイ基板 1 0 の偏光光 2 8 の光学軸と対向基板 3 0 の偏光板 3 8 の光学軸はクロスニコル配置となっている。

【0048】

なお、本実施の形態においては、配向膜 1 9、3 6 は図 3 に示す配向膜材料 A を用いて膜厚が 4 3 nm となるように形成されている。そして、配向膜 1 9、3 6 には、各々配向膜面に向かって、調光層 4 0 を構成するスメクチック層の法線方向から反時計方向に 5 度の方向にほぼ平行にラビングが施されており、アレイ基板 1 0 と、対向基板 3 0 とでは図 7 に示すように 1 0 度 ($= 2 \theta_{BD}$) 異なるようにクロスラビングが施されている。なおラビング処理後の配向膜 1 9、3 6 の各々の表面自由エネルギーは 51.2 dyn/cm であった。

【0049】

アレイ基板 1 0 と、対向基板 3 0 は、注入口（図示せず）、排気口（図示せず）

)を除いて、非表示領域上に塗布されたシール材によって配向膜 1 9, 3 6 が対向するように貼り合わせられる。

【0 0 5 0】

また、本実施の形態においては、調光層 4 0 を構成する液晶材料として図 3 に示した反強誘電性液晶材料 b を用いた。この液晶材料の相系列は I s o (8 2 ° C)、S A (6 2 ° C)、S C * である。

【0 0 5 1】

この液晶材料は、排気口より脱気しながら液晶材料が注入口より導入されるといふ注入プロセスを経て導入されている。注入口と排気口は、液晶材料注入後に封止材(図示せず)によって完全に封止され、外気と遮断される。液晶材料 b が注入されたパネルを一旦 I s o 相である 8 5 ° C まで加熱した後、 $-2^{\circ}\text{C}/\text{min}$ で 3 0 ° C まで徐冷したところ、I s o - S A 点転移近傍で両配向膜表面から析出したバトネの消光方向は上記ラビング方向のほぼ中間で一致し、S C * 相では層法線方向が上記消光方向に一致した一様なスメクチック層構造が形成された。なおクロスニコル配置の偏光板 2 8, 3 8 のうちの一方の偏光方向が層法線方向に合致するように配置される。

【0 0 5 2】

この液晶表示素子について配向状態を観察したところ、スパーサーボール近傍に発生した微量の配向欠陥の形状とラビング方向から、配向欠陥部分を除いて C 2 配向であり、消光方向が層法線方向に一致していることが判明した。この液晶表示素子のコントラスト、すなわち最大透過光量と最小透過光量との比(最大透過光量/最小透過光量)がほぼ 1 8 0 であり、十分なコントラストが達成されている。また、5 0 0 時間後でもコントラストは、1 0 0 以上を維持していることを確認した。

【0 0 5 3】

次に本実施の形態の液晶表示素子の性能を確認するために下記の比較例 1, 2, 3 となる液晶表示素子を作成し、性能を調べた。この結果を以下で説明する。

【0 0 5 4】

(比較例 1)

配向膜 1 9, 3 6 を図 3 に示した配向膜材料 C を用いて膜厚が 3 7 n m になるように形成し、配向膜面に向かって時計と反対方向に 7 度、アレイ基板と対向基板で ± 7 度 ($2\theta_{BD} = 14$ 度) の平行方向のクロスラビングを施したこと以外は本実施の形態と同様に液晶表示素子のセルを作製し、図 3 に示した反強誘電性液晶材料 b が注入された液晶表示素子を用意した。この比較例 1 においては、ラビング後の配向膜の表面自由エネルギーは 5 4 . 0 d y n / c m であった。

【0 0 5 5】

この比較例 1 の液晶表示素子について一旦 I s o 相である 8 5 °C まで加熱した後、 $-2^{\circ}\text{C}/\text{min.}$ で 3 0 °C まで徐冷したところ、バトネの伸長方向と消光方向がずれる様子が観察されたものの、バトネの消光方向は上記ラビング方向のほぼ中間で一致し、室温では S C * 相での層法線方向と消光方向がラビング方向のほぼ中間となるスメクチック層構造が得られた。またスペーサーボール近傍に発生した微量の配向欠陥の形状とラビング方向から、配向欠陥部分を除いて C 2 配向であることが分かった。しかしながら 1 時間後にこのセルの配向状態を観察したところ、消光方向が層法線方向から ± 14 度ずれたドメインが発生していた。この液晶表示素子のコントラストは初期値でほぼ 1 8 0 が達成されていたものの、消光方向が偏光板の透過軸からずれたドメインが発生したことにより黒レベルが浮上し、2 4 時間後のコントラストは 5 0 以下まで低下した。

【0 0 5 6】

(比較例 2)

配向膜 1 9, 3 6 を図 3 に示した配向膜材料 E を用いて膜厚が 2 9 n m になるように形成し、配向膜面に向かって時計と反対方向に 7 度、アレイ基板と対向基板で ± 7 度 ($2\theta_{BD} = 14$ 度) の平行方向のクロスラビングを施したこと以外は本実施の形態と同様に液晶表示素子のセルを作製し、図 3 に示した反強誘電性液晶材料 b が注入された液晶表示素子を用意した。ラビング後の配向膜の表面自由エネルギーは 4 8 . 5 d y n / c m であった。

【0 0 5 7】

この液晶表示素子の配向状態を調べたところ、スペーサーボール近傍に発生した微量の配向欠陥の形状とラビング方向から、配向欠陥部分を除いて C 2 配向で

あったものの、全面的に消光方向が層法線方向から $\pm 15^\circ$ ずれた2種類のドメインからなるフェリ配向であった。この配向は交流電圧を印加しても改善されることはなかった。

【0058】

この比較例2の液晶表示素子は消光方向が揃わないために黒レベルが下がらず、コントラストはほぼ30であった。

【0059】

(比較例3)

配向膜19, 36を図3に示した配向膜材料Fを用い、バトネの消光方向を求めるための片面ラビングの液晶表示素子を用意したが、バトネの消光位は一方向に定まらなかった。また液晶材料として図3に示した反強誘電性液晶材料bをもちいたが、この反強誘電性液晶材料は全く配向せず、スメクチック層構造が一義的にきまらなかった際に発生する扇状組織が観測された。なお、ラビング後の配向膜の表面自由エネルギーは 48.0 dy n/cm であった。

以上説明したように、本実施の形態によれば、コントラストが経時変化や電圧履歴の影響を受けず、良好な表示性能を得ることができる。

【0060】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、経時変化や電圧履歴の影響を可及的に受けない、良好な表示性能を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による液晶表示素子の実施の形態の特徴を説明する図。

【図2】

アクティブマトリクス駆動型液晶表示素子の構成を示す図。

【図3】

本発明による液晶表示素子を得るために行った実験結果を示す図。

【図4】

配向膜の表面自由エネルギーに最適な範囲があることを説明するグラフ。

【図 5】

配向膜の表面自由エネルギーと、劣化率との関係を示すグラフ。

【図 6】

偏光子をクロスニコル配置にした偏光顕微鏡で観察されるバトネの伸長方向と消光方向を示す模式図。

【図 7】

ラビング方向と形成されるスメクチック層構造を示す図。

【図 8】

反強誘電性液晶材料の相転移と層構造変化を示す図。

【図 9】

反強誘電性液晶材料の電圧と透過率との関係を示す図。

【図 1 0】

従来の問題点を説明する図。

【符号の説明】

2 バトネ

1 0 アレイ基板

1 1 透明基板

1 2 走査線

1 3 補助容量線

1 4 絶縁層

1 5 画素電極

1 6 信号線

1 7 絶縁膜

1 8 スイッチング素子 (T F T)

1 9 配向膜

2 8 偏光板

3 0 対向基板

3 1 透明基板

3 2 カラーフィルタ

3 2 a 色部

3 2 b ブラックマトリクス

3 4 対向電極

3 5 絶縁膜

3 6 配向膜

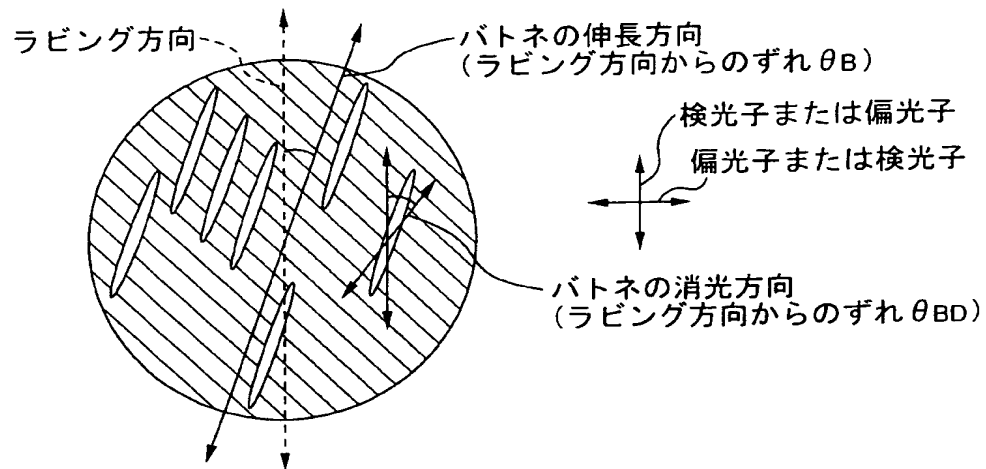
3 8 偏光板

4 0 調光層

5 0 配向欠陥

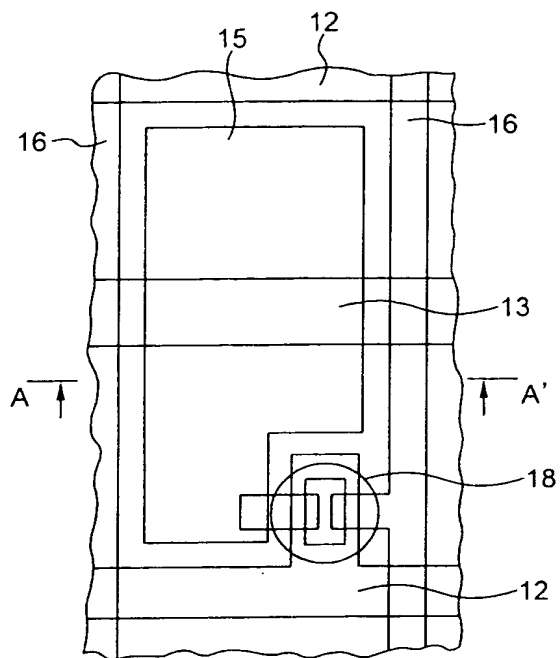
【書類名】 図面

【図 1】

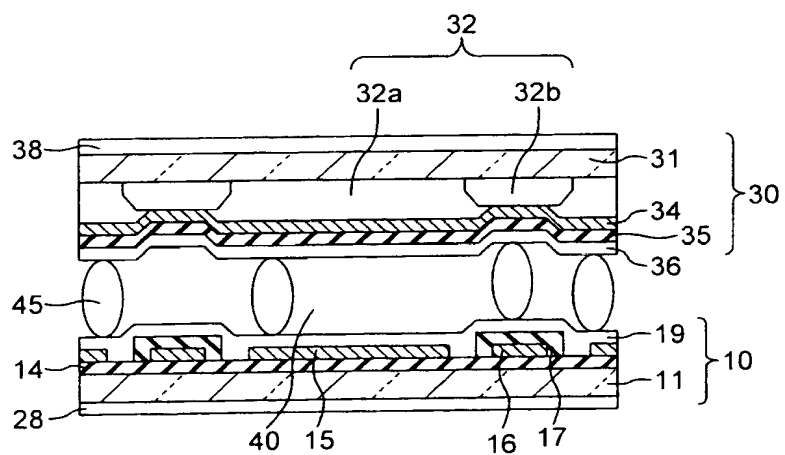


$$|\theta_{BD} - \theta_B| \leq 1^\circ$$

【图 2】



(a)



A - A' 断面
(b)

【図 3】

配向膜と接触角、バトネの伸長方向と消光方向（ラビング方向からのずれ角）

	(1)				(2)					
	A	A+B (2:1)	A+B (1:2)	B	C	D	D+E (2:1)	D+E (1:2)	E	F
主鎖構造 ¹⁾										
配向膜材料										
側鎖の有無 ²⁾	無	有	有	有	無	有	有	有	有	有
ネマチック液晶での プレチルト角[°] ³⁾	1-2			3	1-2	3-4			6-9	90
接触角[°] ⁴⁾										
	(H2O)	30.0	30.4	31.3	31.2	25.4	27.0	28.7	30.2	30.4
	(CH2I2)	4.2	5.4	7.5	10.5	5.4	6.2	7.6	10.1	12.4
①表面自由エネルギー [dyn/cm]	51.2	50.8	49.7	48.8	54.0	53.1	52.2	50.1	48.5	48.0
②バトネの 伸長方向[°] (消光方向[°]) ⁵⁾	a(Ps=210) 5(5)	-(-)	-(-)	7(7)	0(7)	8(8)	-(-)	-(-)	-(-)	-(-)
	b(160) 5(5)	-(-)	-(-)	5(5)	2(7)	5(7)	-(-)	-(-)	-(-)	-(-)
	c(30) -3(-3)	-(-)	-(-)	-4(-4)	-4(-3)	-3(-4)	-(-)	-(-)	-(-)	-(-)
③配向性 ⁶⁾	a(Ps=210) ◎	-	-	○	△	○	-	-	△	※
	b(160) ◎	-	-	×	×	△	-	-	×	※
	c(30) △	△	△	○	△	○	○	◎	×	※
④劣化率 ⁷⁾	c(30)	1.7	1.6	1.8	2.0	4.2	1.9	1.8	1.2	1.5
										-

1) (1)、(2)は主鎖構造を示す

2) 主鎖のみで側鎖がない配向膜材料については“無”と表記。側鎖がある構造については“有”と表記。

3) メーカー測定値。

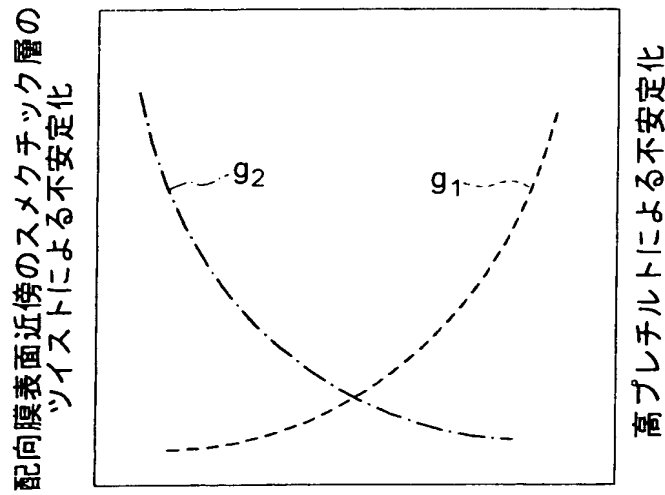
4) 成膜後24h以内に測定。

5) ラビング方向からのずれ角は配向膜面に向かって時計回り方向へのずれはプラス、逆方向はマイナスで表記

6) 消光位のずれた領域が、◎：ほぼ認められず、○：一部ずれている、△：ずれが顕著、×：すべての領域で消光位がずれている。※：層状組織（層法線方向不定、◎～×では層法線方向は一定）、-：未測定

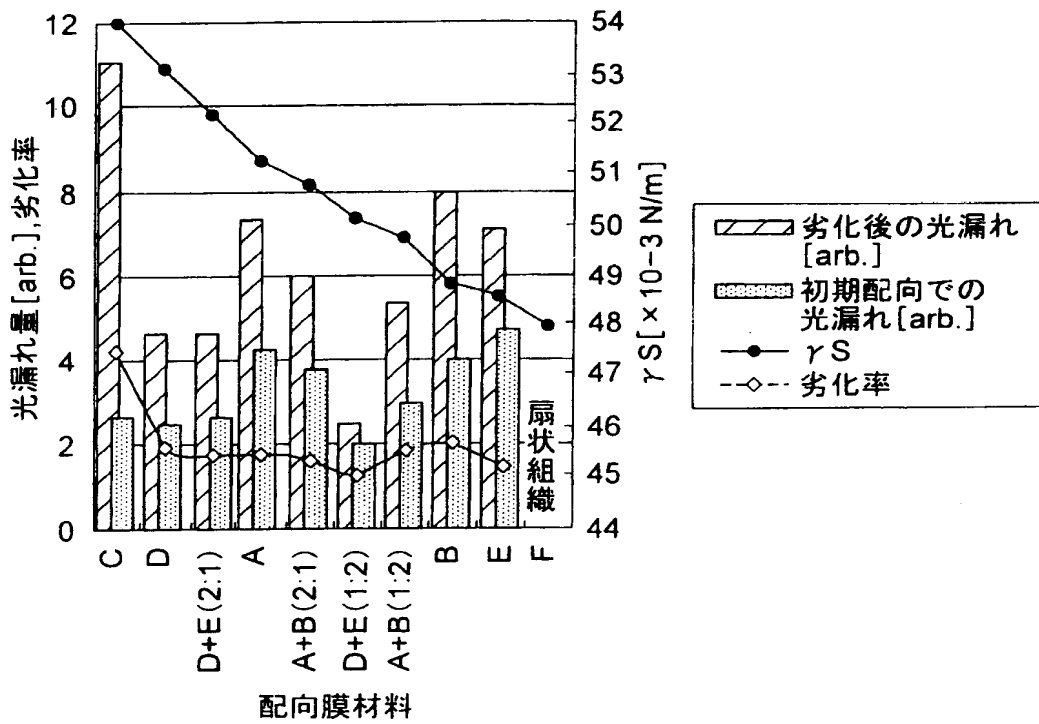
7) 劣化率＝（劣化後の光漏れ量）/（初期配向での光漏れ量）、-：未測定

【図 4】

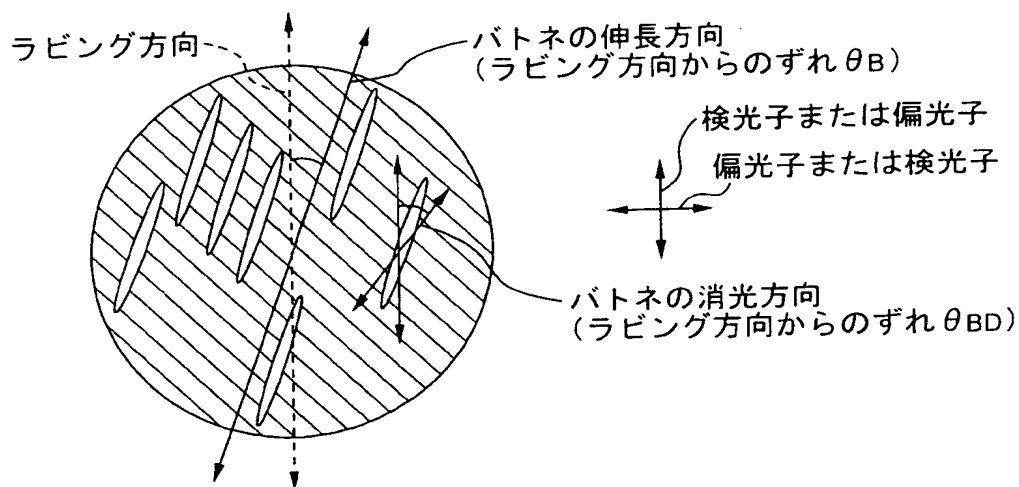


大←表面自由エネルギー[dyn/cm]→小

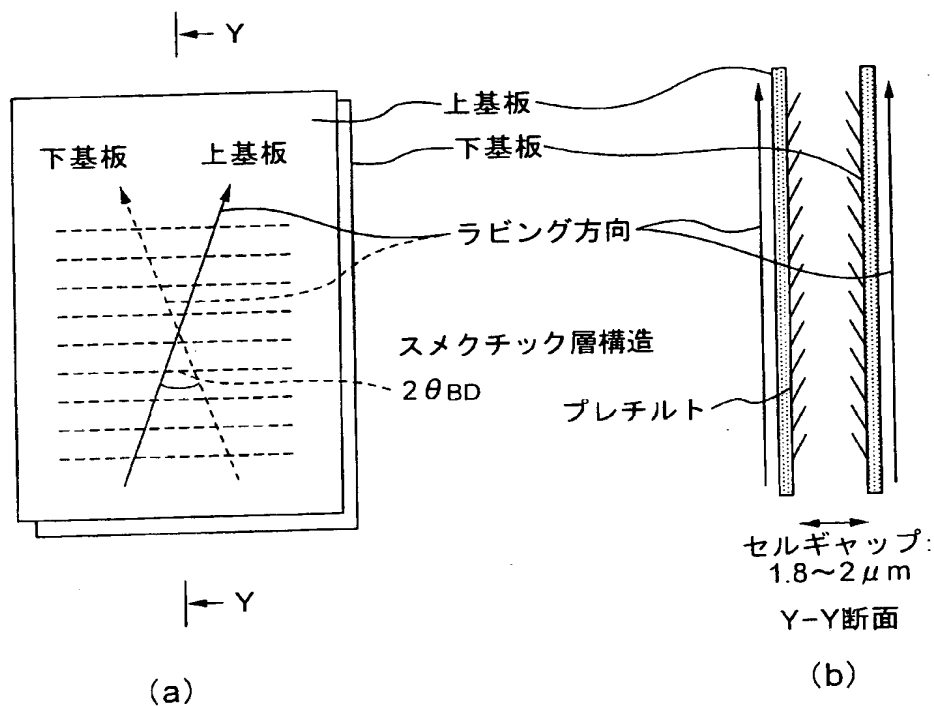
【図 5】



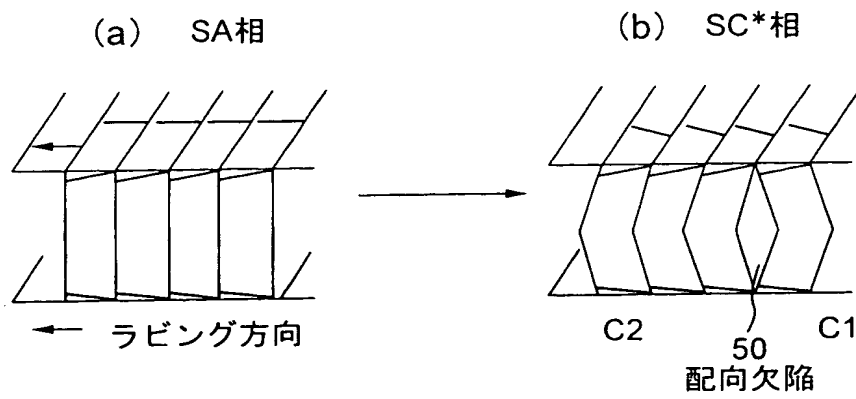
【図 6】



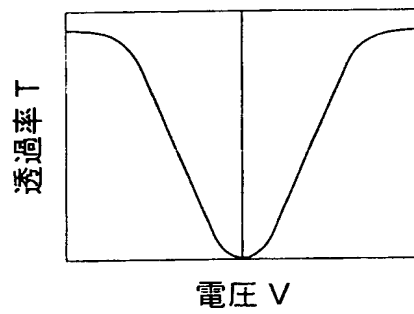
【図 7】



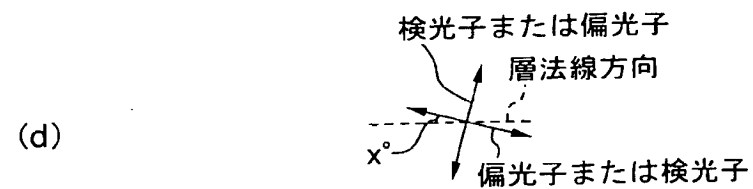
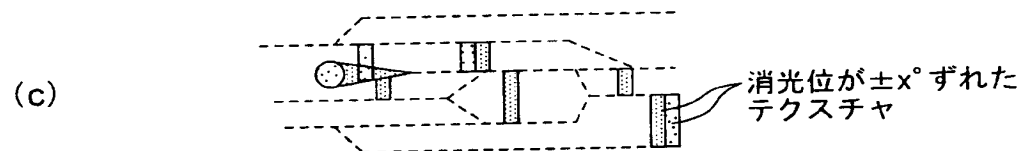
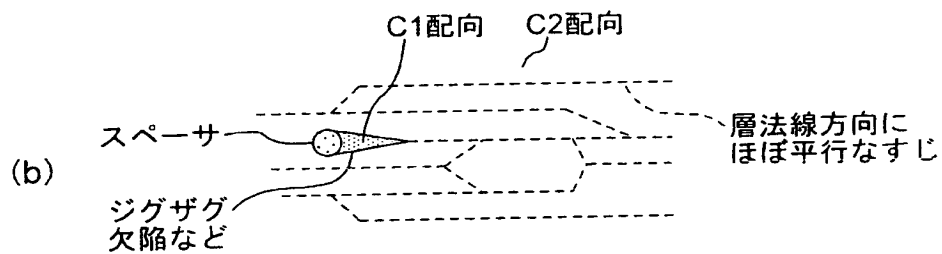
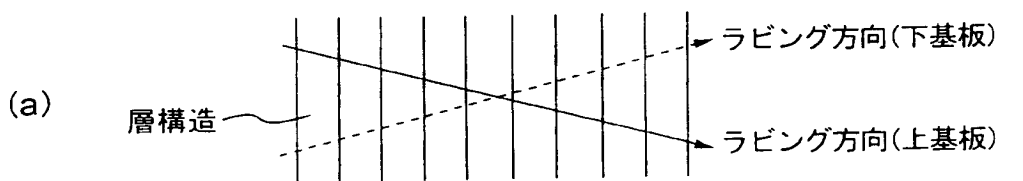
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 経時変化や電圧履歴の影響を可及的に受けない、良好な表示性能を得ることを可能にする。

【解決手段】 透明な第 1 の基板と、この第 1 の基板上に形成された第 1 の電極と、この第 1 電極を覆うように第 1 の基板上に形成された第 1 の配向膜とを有する第 1 の電極基板と、透明な第 2 の基板と、この第 2 の基板上に形成された第 2 の電極と、この第 2 の電極を覆うように第 2 の基板上に形成された第 2 の配向膜とを有する第 2 の電極基板と、第 1 および第 2 の電極基板に挟持された、無しきい値型の電圧－透過率特性を有する反強誘電性液晶材料から構成される調光層と、を備え、第 1 および第 2 の配向膜と、液晶材料とは、バトネ 2 の伸長方向 θ_B と消光方向 θ_{BD} のずれが ± 1 度以内となるような組み合わせであることを特徴とする。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 3 0 7 8]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 2 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地
氏 名	株式会社東芝